

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
9. Januar 2003 (09.01.2003)

PCT

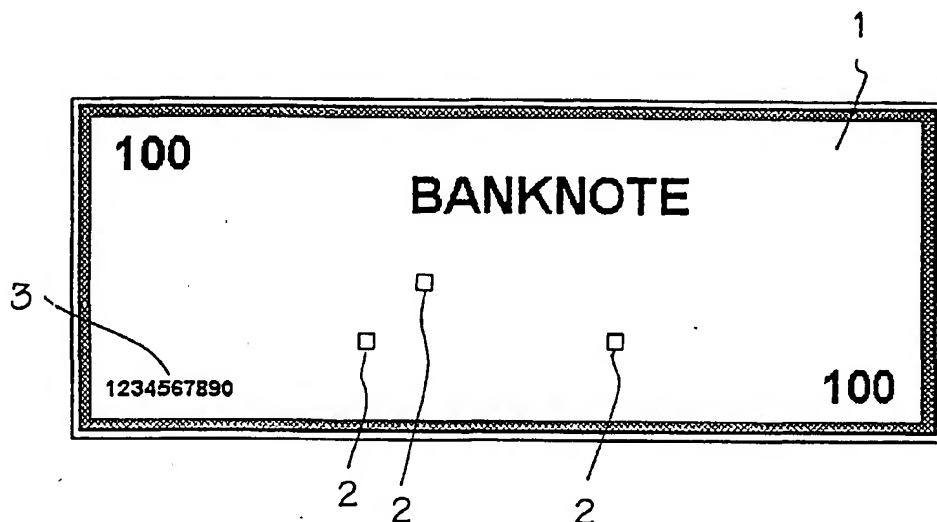
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 03/002351 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **B41M 3/14** (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BROSOW, Joergen**  
(21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP01/07315** [SE/AT]; Plainfeld 156, A-5322 Hof (AT).  
(22) Internationales Anmeldedatum: **27. Juni 2001 (27.06.2001)** (74) Anwalt: **LEINWEBER & ZIMMERMANN**; Rosental 7  
/ II. Aufgang, 80331 München (DE).  
(25) Einreichungssprache: **Deutsch** (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU,  
(26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
US): **MIB - MUNICH INNOVATIVE BIOMATERIALS** MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL,  
**GMBH** [DE/DE]; Am Klopferspitz 19, 82152 Planegg- TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.  
Martinsried (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **NON-FALSIFIABLE INFORMATION CARRIER MATERIAL, INFORMATION CARRIER PRODUCED THERE-  
FROM AND TEST DEVICE THEREFOR**

(54) Bezeichnung: **FÄLSCHUNGSSICHERES INFORMATIONSTRÄGERMATERIAL, DARAUS HERGESTELLTER INFOR-  
MATIONSTRÄGER UND VORRICHTUNG ZU DESSEN PRÜFUNG**



(57) Abstract: In order to protect against falsification, an information carrier is doped with a photochromic substance. The location of the points (2), wherein the photochromic substance is embedded, is stored in readable form. For authentication purposes, the location of said points (2) is read out optically and compared with the stored information (fig 1), whereby a suitable initialization device is used.

(57) Zusammenfassung: Zue Fälschungssicherung wird ein Informationsträger mit einer photochromen Substanz dotiert. Die Lage der Stellen (2) an denen die Photochrome Substanz eingebettet ist, wird in auslesbarer Form abgespeichert. Zur Echtheitsprüfung wird die Lage der Stellen (2) optisch ausgelesen und mit der abgespeicherten Lageinformation verglichen (Fig. 1). Dazu wird ein geeignetes Initialisierungsgerät verwendet.

WO 03/002351 A1

BEST AVAILABLE COPY



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Fälschungssicheres Informationsträgermaterial,  
daraus hergestellter Informationsträger und  
Vorrichtung zu dessen Prüfung**

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein fälschungssicheres Informationsträgermaterial umfassend ein Substrat und mindestens eine photochrome Substanz, die durch Lichteinstrahlung von einem ersten Zustand in mindestens einen zweiten Zustand überführbar ist, der von dem ersten Zustand spektroskopisch unterscheidbar ist, sowie auf einen daraus hergestellten Informationsträger und eine Vorrichtung zu dessen Prüfung.

Schon im täglichen Gebrauch begegnet man zahlreichen Arten von Informationsträgern, für die ein hohes Bedürfnis an Fälschungssicherheit besteht. Beispiele sind insbesondere Banknoten, Schecks oder andere Werturkunden, deren Substrat aus Papier gebildet ist, aber auch Informationsträger auf dickeren und festeren Substraten, wie beispielsweise Kreditkarten, Scheckkarten, Personalausweiskarten oder dgl. Die verwendeten Begriffe "Informationsträgermaterial" und "Informationsträger" sollen daher alle Arten von gegen unerlaubte Nachahmung zu schützenden Aufzeichnungen einschließen.

Zur Fälschungssicherung von Banknoten ist es bereits bekannt (GB 2 272 861 A), auf das Notenpapier ein Bild sowohl mit dauerhaft sichtbarer Druckfarbe als auch mit zwischen zwei Zuständen reversibel farbveränderlicher photochromer Druckfarbe aufzudrucken. Zur Echtheitsprüfung wird das permanent sichtbare optische Bild der Banknote mit dem photochromen Bild in seinen beiden Zuständen, die durch geeignete Lichteinstrahlung hervorgerufen werden, miteinander verglichen. Der dadurch erreichte Sicherheitsstandard ist allerdings nicht befriedigend, weil mit den heutzutage verfügbaren verfeinerten Vervielfältigungsmethoden diese Drucktechnik auch Fälschern zugänglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Informationsträgermaterial mit erhöhter Fälschungssicherheit, daraus hergestellte Informationsträger sowie eine Vorrichtung zu deren Prüfung zu schaffen.

Erfindungsgemäß wird dies hinsichtlich des Informationsträgermaterials dadurch gelöst, daß die photochrome Substanz in das Substrat eingebettet ist und das Substrat für die der Überführung vom ersten in den zweiten Zustand dienenden Lichtwellenlängen hinreichend durchlässig ist.

Da bei dem erfindungsgemäßen Informationsträgermaterial die photochrome Substanz in das Substrat eingebettet ist, würde eine qualitativ gute Fälschung voraussetzen,

dass der Fälscher das mit der photochromen Substanz dotierte Substrat selbst herstellt oder beschafft. Ersteres ist wegen des hohen technischen Aufwandes praktisch ausgeschlossen, wogegen letzteres mangels allgemeiner Zugänglichkeit solcher speziellen Substrate ebenfalls nicht möglich ist. Der Versuch einer Fälschung durch oberflächliches Aufbringen der Substanz auf das Substrat kann wegen der damit einhergehenden Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit, beispielsweise durch optische Methoden, leicht festgestellt werden.

Als Substrat dient häufig ein stark absorbierendes oder streuendes Material, vorzugsweise Papier, Karton, Kunststoff oder Mischungen daraus. Eine hinreichende Durchlässigkeit des Substrats ist gegeben, wenn seine Transmission zwischen 0,001 % und 80 %, vorzugsweise zwischen 0,01 % und 30 %, liegt. Beim ersten und zweiten Zustand der photochromen Substanz kann es sich insbesondere um isomere Zustände handeln.

Im Falle dass die photochromen Zustände thermisch langzeitstabil sind, was man als bistabil bezeichnet, wird es ermöglicht, das Informationsträgermaterial durch gezielte Lichteinstrahlung dauerhaft lokal in einen zweiten Zustand zu überführen, was eine Initialisierung gemäß einem örtlichen Muster zweier Zustände bedeutet. Dieses örtliche Muster kann insbesondere als Code für Information dienen, die zur Echtheitsprüfung heranziehbar ist. Die hierfür erforderlichen Techniken sind zwar bekannt (vgl. beispielsweise *Science*, Vol. 245, 25. August 1989, Seite 843-845, *American Scientist*, Vol. 82, Juli/August 1994, Seite 348-355, *Computer*, Vol. 25, November 1992, Seite 56-67), sind jedoch wegen der hierfür notwendigen hochentwickelten Lasermethodik für Fälscher nicht handhabbar, wogegen sie von autorisierten Herstellern bei Serienanfertigung mit sehr niedrigen Stückkosten durchführbar sind. Eine Übersicht von in Frage kommenden photochromen Materialien findet sich in *Chemical Reviews*, Vol. 100, Nr. 5 (Mai 2000).

Eine vorteilhafte Weiterbildung besteht darin, daß mindestens ein zweiter Zustand durch Lichteinstrahlung in den ersten Zustand zurückführbar und das Substrat für diese Lichtwellenlängen hinreichend durchlässig ist. Dadurch ist es möglich, zumindest Teile des bei der Initialisierung erzeugten Musters oder ein davon getrennt aufgezeichnetes Muster wieder zu löschen und mit einem einer neuer Information entsprechenden Muster zu überschreiben. Je nach Art der verwendeten photochromen Substanz kann es sich bei diesem löschbaren zweiten Zustand um denselben Zustand handeln wie den zur Initialisierung verwendeten zweiten Zustand, es können aber auch unterschiedliche zweite Zustände herangezogen werden. Wegen dieser Überschreibbarkeit ist es also nicht nur möglich, einen auf dem Informationsträgermaterial hergestellten Informationsträger von Fall zu Fall mit zusätzlichen Informationen zu beschreiben, sondern auch frühere Informationen zu

überschreiben, d. h. durch neue Informationen zu ersetzen. Durchläuft ein solcher Informationsträger mehrere Stationen, an denen er gesichtet wird, und bringt jede sichtende Station einen entsprechenden Sichtvermerk auf, so kann der Laufweg des Informationsträgers durch die verschiedenen sichtenden Stationen genau verfolgt werden.

5

Die erwünschten Eigenschaften, insbesondere die gute optische Unterscheidbarkeit der beiden photochromen Zustände, sind insbesondere bei den Chromoproteinen zu finden. Bevorzugt wird ein bakterielles Chromoprotein verwendet. Eine besonders geeignete und bereits wissenschaftlich gut untersuchte Substanz ist Bakteriorhodopsin. Es ist bekannt, daß diese Substanz beispielsweise durch Einphotonen-, sequentielle Einphotonen- oder Zweiphotonenprozesse, bei denen Licht im grünen Spektralbereich und Licht im roten Spektralbereich eingestrahlt wird, zwischen isomeren Zuständen umgeschaltet werden kann. Es ist bekannt, daß mit dem Wildtyp von Bakteriorhodopsin und in höherem Ausmaß mit einigen Varianten von Bakteriorhodopsin, zwei thermisch stabile Zustände zur Verfügung stehen. Bei dem einen handelt es sich um den stabilen Anfangszustand  $b_R$  und bei dem anderen, um den über Zwischenzustände erreichbaren stabilen P- bzw. Q-Zustand (vgl. EP0655162B1 und „Popp et al., Photochemical Conversion of the O-intermediate to 9-cis Retinal Containing Products in Bakteriorhodopsin Films. *Biophys. J.*, 65 (1993) 1449-1459“). Auf diese Weise können lokale Bezirke des Bakteriorhodopsins in dem Substrat thermisch dauerhaft initialisiert werden. Die durch die Initialisierung in den Q-Zustand versetzten Bezirke erscheinen bei Beleuchtung mit Licht im roten Spektralbereich optisch transparenter als die im  $b_R$ -Zustand verbliebenen übrigen Bezirke. Das solchermassen erhaltene Hell-Dunkel-Muster bildet somit ein Sicherheitsmerkmal für das Informationsträgermaterial.

25

In weiterer Ausgestaltung des Erfindungsgedankens ist vorgesehen, daß die photochrome Substanz im Informationsträgermaterial an Partikeln lokalisiert ist. In diesem Fall kann jeder Einbettungsort einer Trägerpartikel wie ein lokalisiertes Speicherelement betrieben werden, dessen Speicherzustand durch den jeweils eingenommenen Absorptionszustand der dort konzentrierten photochromen Substanz dargestellt wird. Die Lokalisierung an den Partikeln kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß das photochrome Material auf deren Oberfläche aufgebracht oder in deren Volumen eingeschlossen wird. Auch können die Partikel selbst aus der/den photochromen Substanz/Substanzen hergestellt sein, ggf. unter Hinzufügen geeigneter Hilfsstoffe.

35

Eine vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, daß die photochrome Substanz in in das Substrat eingebettete Partikel oder Hohlkörperchen eingeschlossen ist, deren die

Substanz umschließende Matrix bzw. Wandung für die der Überführung vom ersten in den zweiten Zustand dienenden Lichtwellenlängen und die der Unterscheidung der beiden Zustände dienenden Lichtwellenlängen hinreichend durchlässig ist. Hierbei wird die photochrome Substanz durch den Einschluß in die Hohlkörperchen geschützt. Insbesondere  
5 können innerhalb der Hohlkörperchen optimale Bedingungen für die photochrome Substanz, beispielsweise deren Feuchtigkeitsgehalt, eingestellt werden. Überdies können die optischen Eigenschaften der Matrix bzw. Wandung im Hinblick auf die optischen Vorgänge der Lichtabsorption bei der Initialisierung und der Lichteinstrahlung beim Auslesen und ggf. beim Löschen der Zustände optimiert werden, z.B. geringe Lichtstreuung und hohe optische  
10 Transparenz des Matrixmaterials.

Eine wichtige Ausführungsform besteht darin, daß das Substrat ein Papier ist. Dieses Papier kann vorzugsweise zur Herstellung von Banknoten, Schecks und aller sonstigen Werturkunden verwendet werden.  
15

Ein aus dem erfindungsgemäßen Informationsträgermaterial hergestellter Informationsträger zeichnet sich erfindungsgemäß dadurch aus, daß die in den zweiten Zustand überführte Substanz an mindestens einer Stelle des Informationsträgers lokalisiert ist.

Die lokalisierte Überführung der photochromen Substanz in ihren zweiten Zustand kann als Initialisierungsschritt entweder an dem Informationsträgermaterial oder an dem daraus hergestellten Informationsträger ausgeführt werden. In beiden Fällen läßt sich die örtliche Lage dieser Stelle/Stellen in dem Informationsträger in einem nachfolgenden optischen Abtastvorgang erfassen und dadurch die Echtheit des Informationsträgers prüfen.  
20

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist weiter vorgesehen, daß eine die örtliche Lage der Stelle/Stellen im Informationsträger darstellende Lageinformation auf dem Informationsträger auslesbar aufgezeichnet ist. Die Aufzeichnung dieser Lageinformation auf dem Informationsträger kann beispielsweise in der Form von aufgedruckten Lageinformationsdaten oder auch durch Einspeicherung in einen mit dem Informationsträger untrennbar verbundenen, auslesbaren elektronischen Speicher erfolgen. Bei der Echtheitsprüfung können dann sowohl die aufgezeichnete Lageinformation ausgelesen als auch die durch das Muster der im zweiten Zustand befindlichen Stellen bestimmte Information abgetastet und miteinander in Beziehung gesetzt werden. Ein Verfahren für die dreidimensionale  
25 Speicherung von Information mit Hilfe von Bakteriorhodopsin ist in US 5,559,732 angegeben. Allerdings wird hier in keinstem Falle davon ausgegangen, dass das Bakteriorhodopsin in einer nur beschränkt lichtdurchlässigen Matrix eingebettet ist. Dreidimensional Information in den hier beanspruchten Informationsträger einzuschreiben ist nicht vorgesehen.  
30  
35

In dem wichtigen Fall der Ausbildung des Informationsträgers als Wertpapier, beispielsweise als Banknote, ist neben dem Aufdrucken die Einspeicherung in eine in dem Wertpapier vorgesehene Speicherschaltung grundsätzlich bekannt (vgl. DE 196 30 648 A1 und EP 0 905 657 A1).

5

Im Rahmen der Erfindung vorgesehene Vorrichtungen zum Prüfen bzw. Beschreiben eines erfindungsgemäßen Informationsträgers sind in den Ansprüchen 9 bis 11 angegeben.

10

In der folgenden Beschreibung ist die Erfindung unter Bezugnahme auf ein in der Zeichnung dargestelltes Ausführungsbeispiel einer Banknote näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Aufsicht auf eine Banknote, und

15

Fig. 2 einen zur Darstellung von Fig. 1 senkrechten Querschnitt mit einer schematischen Darstellung der Lichtverläufe beim Prüfvorgang.

20

Eine in Fig. 1 dargestellte Banknote 1 besteht aus einem Banknotenpapier, das bei seiner Herstellung mit einer photochromen Substanz, im dargestellten Ausführungsbeispiel Bakteriorhodopsin, dotiert worden ist. Die Dotierung kann beispielsweise dadurch erfolgen, daß das Bakteriorhodopsin der für die Herstellung des Banknotenpapiers dienenden Pulpe vor deren Zuführung zum Sieb zugesetzt wird. In diesem Fall weist die Banknote über ihre gesamte Fläche eine im wesentlichen gleichbleibende Dotierungsdichte auf. Alternativ kann die Dotierung auch derart erfolgen, daß die auf dem Sieb ausgebreitete Pulpe nur stellenweise dotiert wird, so daß das Banknotenpapier und auch die Banknote 1 lokalisierte Flächenbezirke aufweist, die über die Gesamtfläche entweder gleichmäßig oder auch unregelmäßig verteilt sein können. Vorzugsweise wird die photochrome Substanz nicht unmittelbar in die Papiermasse eingebracht, sondern mit Hilfe von mit der Substanz versehenen Trägerpartikeln. Letztere sind vorzugsweise als kleine Hohlkörperchen ausgebildet, in denen die photochrome Substanz eingeschlossen und dadurch gegen die umgebende Papiermasse geschützt ist. Im allgemeinen ist die Dotierung des Banknotenpapiers und der Banknote 1 mit dem bloßen Auge nicht erkennbar.

25

30

35

Hat die photochrome Substanz keine zwei thermisch stabilen Zustände, sondern kehrt ohne Lichteinwirkung in den Anfangszustand zurück, so kann die Anwesenheit der eingebetteten photochromen Substanz, in verteilter oder in oder an Partikel gebundener Form, als Sicherheitsmerkmal benutzt werden. Bei Bakteriorhodopsin eignen sich hierfür der als  $b_R$  bezeichnete Anfangszustand und der durch Einstrahlen mit Licht im grünen

bzw. gelb-roten Spektralbereich erzeugbare M-Zustand. Die transiente Generierung von Bakteriorhodopsin im M-Zustand kann mit blauem Licht, vorzugsweise im Bereich 400 – 415 nm, detektiert werden.

5           Hat die photochrome Substanz die Eigenschaft, daß sie wenigstens zwei thermisch langzeitstabile Zustände aufweist, wobei sie durch Lichtabsorption von dem einen Zustand in den anderen übergeführt werden kann, so kann auch eine Information in das Informationsträgermaterial eingebracht werden. Bei Bakteriorhodopsin eignen sich hierfür der als  $b_R$  bezeichnete Anfangszustand und der daraus durch die Einstrahlung von Licht im grünen  
10   Spektralbereich sowie von Licht im roten Spektralbereich erhältliche Q-Zustand. In diesen Spektralbereichen ist die Papiermasse hinreichend strahlungsdurchlässig. Indem das Banknotenpapier oder die Banknote 1 durch eine entsprechende Lichtstrahlen aussendende Laseranordnung hindurchgeführt wird, können daher lokalisierte Stellen in den Q-Zustand transformiert werden. Diese mit dem bloßen Auge nicht erkennbaren Stellen sind  
15   in Fig. 1 und 2 durch Umrandungen 2 angedeutet. Während die schematischen Darstellungen von Fig. 1 und 2 gerade drei solcher Stellen 2 zeigen, kann jede beliebige Anzahl solcher Stellen, die  $\geq 1$  ist, in beliebiger örtlicher Anordnung vorgesehen sein.

          Im Zusammenhang mit der durch die Schaffung der den Q-Zustand aufweisenden  
20   Stellen 2 erfolgenden Initialisierung der Banknote 1 wird gleichzeitig die örtliche Lage dieser Stellen 2, d. h. deren Ortskoordinatenwerte auf der Banknote 1, erfaßt und diese Lageinformation auf der Banknote 1 aufgezeichnet. Letzteres kann beispielsweise in der Form eines uncodierten oder codierten Aufdruckes 3 auf der Banknote 1 geschehen, welcher beispielsweise optisch ablesbar ist. In Fig. 1 ist dieser Aufdruck beispielhaft durch  
25   eine Folge von Dezimalziffern veranschaulicht.

          Die durch die Initialisierung gebildeten Stellen 2 sind von der nichtinitialisierten Restfläche der Banknote 1 optisch unterscheidbar. Im Falle des Bakteriorhodopsins wird der an den Stellen 2 vorliegende Q-Zustand von dem die Stellen 2 umgebenden  $b_R$ -  
30   Zustand dadurch unterschieden, daß Licht geringer Intensität im roten Spektralbereich, das nur vom  $b_R$  Zustand aber nicht vom Q-Zustand absorbiert wird, eingestrahlt wird. Bei diesem Lesevorgang erscheinen die Stellen 2 lichtdurchlässiger als ihre Umgebung. Das hierdurch auftretende Hell-Dunkel-Muster kann auf diese Weise abgetastet und daraus die Lageinformation für die Stellen 2 ausgelesen werden.

35

          In Fig. 2 ist eine hierfür geeignete Vorrichtung schematisch angedeutet und mit dem Bezugszeichen 5 bezeichnet. Ein Pfeil 6 bezeichnet die Richtung des zum Schreiben bzw. Lesen eingestrahltten Lichtes. In Fig. 2 werden die im Falle von Bakteriorhodopsin benö-



5      tigten grünen und roten Lichtstrahlen auf dieselbe Seite der Banknote 1 eingestrahlt. Alternativ kann jedoch vorgesehen sein, daß beispielsweise das grüne Licht flächig auf die in Fig. 2 untere Seite der Banknote 1 eingestrahlt wird, wogegen das rote Licht in der Form eines gebündelten Abtaststrahls auf die Oberseite der Banknote 1 einfällt. Dabei wird die Banknote 1 quer zur Richtung dieses Abtaststrahls in eine Abtastbewegung versetzt. Analoges gilt für das blaue Licht zur Detektion des M-Zustandes, falls keine zwei thermisch langzeitstabilen Zustände im Bakteriorhodopsin vorliegen.

10      In der Vorrichtung 5 wird aus dem Abtastergebnis die die Stellen 2 kennzeichnende Lageinformation rekonstruiert. Gleichzeitig liest die Vorrichtung 5 auch die auf der Banknote 1 aufgezeichnete Lageinformation 3 aus. Durch Vergleich der rekonstruierten und der aufgezeichneten Lageinformation wird die Echtheit der Banknote 1 geprüft.

15      Eine nach dem Schema von Fig. 2 aufgebaute Vorrichtung kann auch zum Initialisieren, d. h. zum anfänglichen Beschreiben der Banknote 1 oder zum späteren Beschreiben mit zusätzlicher Information unter vorheriger Löschung früher aufgezeichneter Information verwendet werden. Zum Initialisieren wird in der Richtung des Pfeiles 6 Licht im grünen und roten Spektralbereich eingestrahlt, wie es zum Überführen vom  $b_R$  Anfangszustand in den Q-Zustand erforderlich ist. Zum Löschen des Q-Zustandes wird in der Richtung des Pfeils 6 Licht im blauen Spektralbereich eingestrahlt, wodurch der Q-Zustand in den  $b_R$  Anfangszustand zurückkehrt. Die gelöschten Bereiche können erneut beschrieben werden.

25      Die vorstehend beispielhaft dargestellten Lese-, Schreib- und Löschvorgänge ermöglichen ganz allgemein die Prüfung des Informationsträgermaterials auf Identität und in speziellen Ausführungsformen auch als Datenspeicher zur Aufzeichnung binär codierter Information. Hierzu wird dem Informationsträgermaterial ein vorbestimmtes Raster von Aufzeichnungsstellen zugeordnet, an denen entweder der erste oder der zweite Zustand der photochromen Substanz hergestellt wird. Die beiden möglichen Zustände an diesen Aufzeichnungsstellen geben die beiden Binärwerte "0" und "1" wieder. Zur Sicherung kann aus dem aufgezeichneten Bitmuster ein Schlüssel gebildet werden, der beispielsweise in optisch lesbarer Form auf die Oberfläche des Informationsträgers aufgedruckt oder in einer darin eingebetteten elektronischen Schaltung abgespeichert wird. Im Falle von Papier ist das Raster der Aufzeichnungsstellen zweidimensional, während es im Falle räumlich ausgedehnter Informationsträger dreidimensional sein kann.

Verzeichnis der Bezugszeichen

- 1 Banknote
- 2 Stellen
- 3 Aufdruck
- 5 Prüfvorrichtung
- 6 Pfeil

Patentansprüche

1. Fälschungssicheres Informationsträgermaterial umfassend ein Substrat und mindestens eine photochrome Substanz, die durch Lichteinstrahlung von einem ersten Zustand in mindestens einen zweiten Zustand überführbar ist, der von dem ersten Zustand spektroskopisch unterscheidbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die photochrome Substanz in das Substrat eingebettet ist und das Substrat für die der Überführung vom ersten in den zweiten Zustand dienenden Lichtwellenlängen hinreichend durchlässig ist.
2. Fälschungssicheres Informationsträgermaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein zweiter Zustand durch Lichteinstrahlung in den ersten Zustand zurückführbar und das Substrat für diese Lichtwellenlängen hinreichend durchlässig ist.
3. Fälschungssicheres Informationsträgermaterial nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem photochromen Material um ein bistabiles Material handelt.
4. Fälschungssicheres Informationsträgermaterial nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die photochrome Substanz ein Chromoprotein ist.
5. Fälschungssicheres Informationsträgermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die photochrome Substanz im Informationsträgermaterial an Partikeln lokalisiert ist.
6. Fälschungssicheres Informationsträgermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat ein Papier ist.
7. Informationsträger aus einem fälschungssicheren Informationsträgermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die in den zweiten Zustand überführte Substanz an mindestens einer Stelle (2) des Informationsträgers (1) lokalisiert ist.
8. Informationsträger nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine die örtliche Lage der Stelle (2) im Informationsträger darstellende Lageinformation auf dem Informationsträger auslesbar aufgezeichnet ist.

- 5 9. Vorrichtung zum Prüfen eines Informationsträgers nach einem der Ansprüche 7 oder 8, gekennzeichnet durch eine einen Abtastlichtstrahl (6) mit einer zur Unterscheidung des zweiten Zustandes geeigneten Lichtwellenlänge aussendenden Einrichtung (5) zur Erfassung der örtlichen Lage der den zweiten Zustand aufweisenden Stellen (2) auf dem Informationsträger und eine die diesen Stellen (2) entsprechende Lageinformation auswertende Einrichtung (5) sowie optional eine zum Lesen von auf dem Informationsträger (1) aufgezeichneter Lageinformation dienende Einrichtung (5) und eine zum Vergleichen der erfaßten und der aufgezeichneten Lageinformation dienende Einrichtung (5).
- 10 10. Vorrichtung zum Beschreiben eines Informationsträgers nach einem der Ansprüche 7 oder 8, gekennzeichnet durch eine einen Schreiblichtstrahl zur Überführung der photochromen Substanz von einem ersten in einen zweiten Zustand aussendende Einrichtung sowie optional eine einen Löschlichtstrahl zur Überführung eines zweiten Zustandes in den ersten Zustand aussendende Einrichtung.
- 15 11. Verfahren zum Beschreiben eines Informationsträgers aus einem Informations-trägermaterial nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit einer binär codierten Information, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Binärwerte "0" und "1" durch die beiden Zustände der photochromen Substanz in einem vorbestimmten Raster aufgezeichnet werden.

FIG. 1

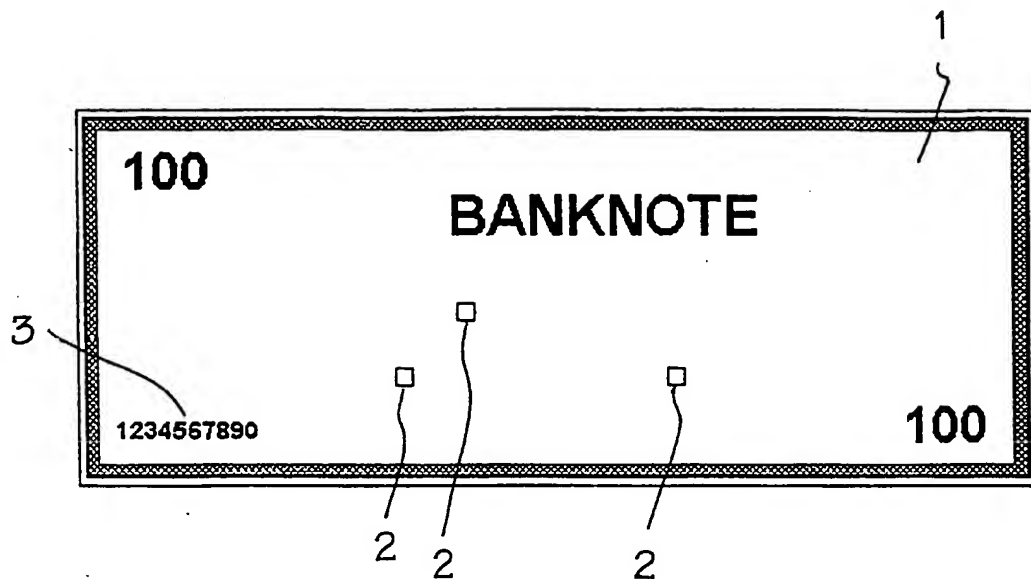
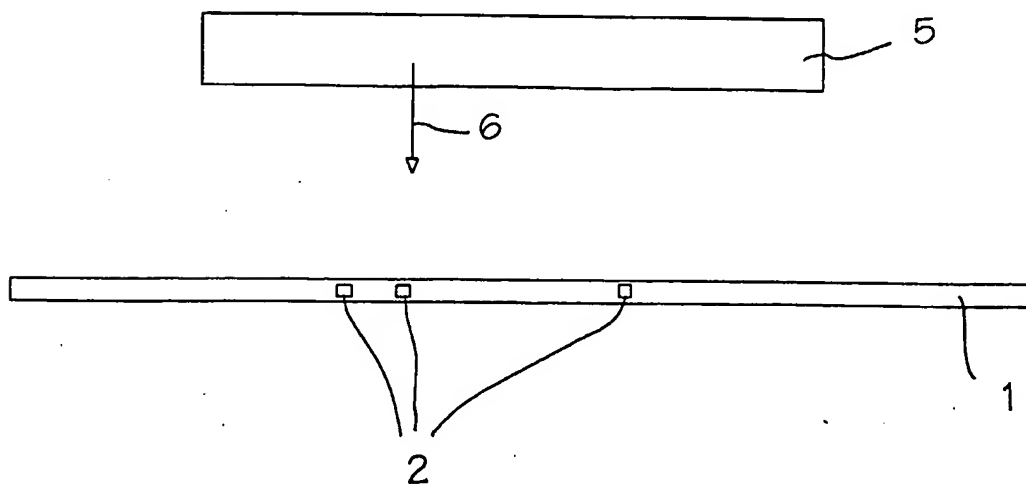


FIG. 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In national Application No

PC1/EP 01/07315

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 B41M3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B41M B42D G11B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 470 690 A (TAKEI HIROYUKI ET AL) 28 November 1995 (1995-11-28) claim 1 column 11, line 32 -column 12, line 53; figures 7,11 ---	1-4,7, 9-11
X	US 5 228 001 A (BIRGE ROBERT R ET AL) 13 July 1993 (1993-07-13) claims ---	1-4,7,, 9-11
A	US 5 559 732 A (BIRGE ROBERT R) 24 September 1996 (1996-09-24) cited in the application the whole document --- -/--	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 November 2001

Date of mailing of the international search report

20/11/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Martins Lopes, L

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 01/07315

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB 2 272 861 A (UNIV CARDIFF) 1 June 1994 (1994-06-01) cited in the application the whole document ----	1-11
A	WO 90 06539 A (TRAQSON LTD) 14 June 1990 (1990-06-14) claims figures -----	1-11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 01/07315

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5470690	A	28-11-1995	US 5346789 A IL 103994 A WO 9311470 A1	13-09-1994 05-12-1996 10-06-1993
US 5228001	A	13-07-1993	NONE	
US 5559732	A	24-09-1996	DE 69521718 D1 EP 0800701 A2 WO 9621228 A2	16-08-2001 15-10-1997 11-07-1996
GB 2272861	A	01-06-1994	NONE	
WO 9006539	A	14-06-1990	AU 4744790 A CA 2004423 A1 WO 9006539 A1 ZA 8909183 A	26-06-1990 01-06-1990 14-06-1990 25-09-1991



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/07315

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B41M3/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B41M B42D G11B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 470 690 A (TAKEI HIROYUKI ET AL) 28. November 1995 (1995-11-28) Anspruch 1 Spalte 11, Zeile 32 - Spalte 12, Zeile 53; Abbildungen 7, 11 ---	1-4, 7, 9-11
X	US 5 228 001 A (BIRGE ROBERT R ET AL) 13. Juli 1993 (1993-07-13) Ansprüche ---	1-4, 7, 9-11
A	US 5 559 732 A (BIRGE ROBERT R) 24. September 1996 (1996-09-24) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument --- -/--	1-11

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\* 'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\* 'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\* 'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\* 'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\* 'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\* 'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\* 'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\* 'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\* 'Z' Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. November 2001

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/11/2001

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Martins Lopes, L

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 01/07315

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	GB 2 272 861 A (UNIV CARDIFF) 1. Juni 1994 (1994-06-01) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-11
A	WO 90 06539 A (TRAQSON LTD) 14. Juni 1990 (1990-06-14) Ansprüche Abbildungen	1-11

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In ... nales Aktenzeichen

I ... EP 01/07315

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5470690 A	28-11-1995	US 5346789 A IL 103994 A WO 9311470 A1	13-09-1994 05-12-1996 10-06-1993
US 5228001 A	13-07-1993	KEINE	
US 5559732 A	24-09-1996	DE 69521718 D1 EP 0800701 A2 WO 9621228 A2	16-08-2001 15-10-1997 11-07-1996
GB 2272861 A	01-06-1994	KEINE	
WO 9006539 A	14-06-1990	AU 4744790 A CA 2004423 A1 WO 9006539 A1 ZA 8909183 A	26-06-1990 01-06-1990 14-06-1990 25-09-1991

*Translation*  
International Publication No. WO 03/002351 A1

---

Job No.: 1745-95148

Ref.: WO 03/002351

Translated from German by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

INTERNATIONAL PATENT OFFICE  
WORLD ORGANIZATION FOR INTELLECTUAL PROPERTY

International patent published on the basis of the Patent Cooperation Treaty (PCT)

INTERNATIONAL PUBLICATION NO. WO 03/002351 A1

International Patent Classification <sup>7</sup> :	B41M 3/14
International Filing No.:	PCT/EP01/07315
International Filing Date:	June 27, 2001
International Publication Date:	January 9, 2003
Original Filing Language:	German
Publication Language:	German
Designated States (national):	AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW
Designated States (regional):	ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), European patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

NONFALSIFIABLE INFORMATION CARRIER MATERIAL, INFORMATION CARRIER  
PRODUCED THEREFROM AND TEST DEVICE THEREFORE

Inventors and  
Inventors/Applicants (only for US):

Joergen Brosow [SE/AT]  
Plainfield 156  
A-5322 Hof (Austria)

Applicant (for all Designated States  
other than US):

MIB - Munich Innovative  
Biomaterials GmbH [DE/DE]  
Am Klopferspitz 19  
82152 Planegg-Martinsried  
(Germany)

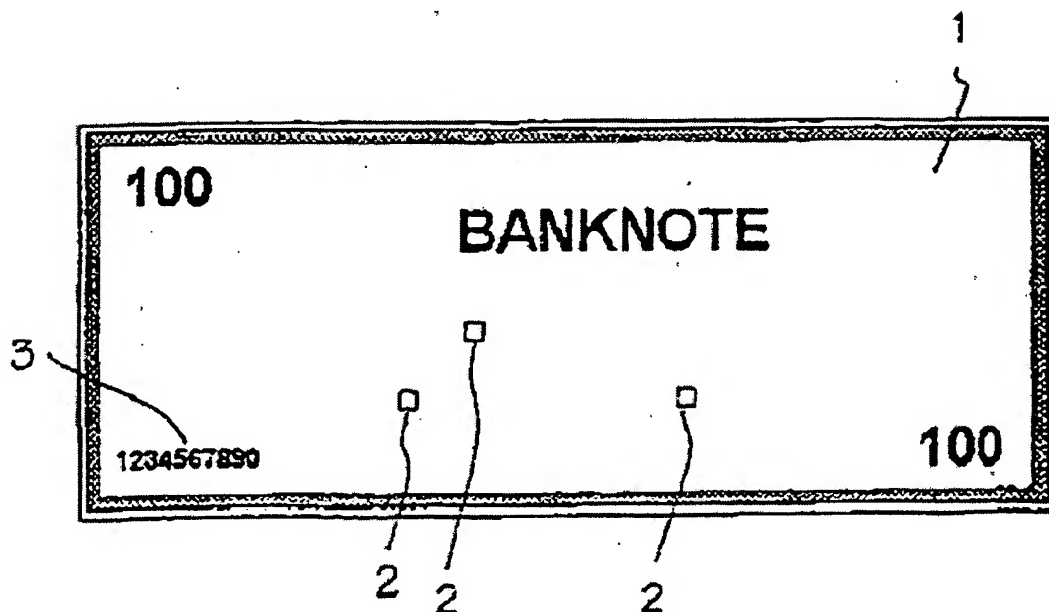
Agent:

Leinweber & Zimmermann  
Rosental 7/II. Aufgang  
80331 Munich (Germany)

Published:

-With international search report.

For an explanation of the two-letter codes and the other abbreviations, refer to the explanations ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.



(57) Abstract: In order to protect against falsification, an information carrier is doped with a photochromic substance. The location of the points (2), wherein the photochromic substance is embedded, is stored in readable form. For authentication purposes, the location of said points (2) is read out optically and compared with the stored information (fig 1), whereby a suitable initialization device is used.

The invention refers to a nonfalsifiable information carrier material, comprising a substrate and at least one photochromic substance, which can be converted into at least one second state by light radiation, which can be distinguished spectroscopically from the first state, and an information carrier produced therefrom and device for testing it.

In daily use, one encounters numerous types of information carriers for which there is a high need for nonfalsification reliability. Examples are, in particular, banknotes, checks, or other valuable documents, whose substance is made of paper, but also information carriers of thicker and firmer substrates, such as credit cards, check cards, personal identification cards or the like. The terms "information carrier material" and "information carrier" should therefore comprise all kinds of recordings to be protected against unauthorized imitation.

For security against the falsification of banknotes, a method is already known (GB 2 272 861 A) for printing an image on note paper both with permanently visible printing ink and also with photochromic printing ink which changes color reversibly between two states. For authentication testing, the permanently visible optical image of the banknote with the photochromic image in its two states, which are produced by suitable light radiation, is compared with one another. The security standard attained in this way, however, is not satisfactory, because with the currently available refined copying methods, this printing technology is also accessible to counterfeiters.

The problem of the invention is to create an information carrier material with increased protection against falsification, an information carrier produced therefrom and a device for its testing.

In accordance with the invention, this is attained with regard to the information carrier material in that the photochromic substance is embedded in the substrate, and the substrate for the light wavelengths used for the conversion from the first to the second states is sufficiently permeable.

Since with the information carrier material in accordance with the invention the photochromic substance is embedded in the substrate, a qualitatively good falsification would presuppose that the counterfeiter produces the substrate doped with the photochromic substance himself or buys it. The former is practically ruled out because of the high technical expenditure, whereas the latter is also not possible because of a lack of general accessibility to such special substrates. The attempt at falsification by superficially applying the substance on the substrate can easily be determined because of relative changes in the surface characteristics, for example, by optical methods.

As a substrate, a strongly absorbing or scattering material, preferably paper cardboard, plastic, or mixtures thereof, is used. Sufficient permeability of the substrate is given if its

transmission is between 0.001% and 80%, preferably between 0.01% and 30%. The first and second state of the photochromic substance can be, in particular, isomeric states.

In the case that the photochromic states are thermally long-term stable, which is designated as bistable, it becomes possible to convert the information carrier material, permanently and locally, into a second state by purposeful light radiation, which signifies initialization in accordance with a local sample of the two states. This local pattern can, in particular, be used as a code for information which is used for testing authentication. The techniques required for this are known (see, for example, *Science*, Vol. 245, August 25, 1989, pages 843-845; *American Scientist*, Vol. 82, July/August 1994, pages 348-355; *Computer*, Vol. 25, November 1992, pages 56-67), but are not manageable for counterfeiters because of the highly developed laser methods needed for this, whereas they can be carried out by authorized producers in series production with very low unit cost. An overview of the photochromic materials which must be considered can be found in *Chemical Reviews*, Vol. 100, No. 5 (May 2000).

An advantageous refinement is to be found in the fact that at least one second state can be returned to the first state by light radiation, and the substance of these light wavelengths is sufficiently permeable. In this way, it is possible to again delete at least part of the pattern produced during the initialization or a pattern recorded separately therefrom and to overwrite with a pattern corresponding to new information. Depending on the type of photochromic substance used, this deletable second state can be the same state as the second state used for the initialization; different second states, however, can also be used. As a result of this overwriting capacity, therefore, it is not only possible to write on an information carrier produced on the information carrier material with additional information from case to case, but rather also to overwrite earlier information—that is, to replace with new information. If such an information carrier passes through several stations where it is screened, and each screening station applies a corresponding inspection signature, then the path traversed by the information carrier through the different screening stations can be monitored precisely.

The desired characteristics, in particular, the good optical distinguishability of the two photochromic states, are found, in particular, with chromoproteins. Preferably, a bacterial chromoprotein is used. A particularly suitable and already scientifically thoroughly investigated substance is bacteriorhodopsin. It is known that this substance can be switched between two isomeric states, for example, by one-photon, sequential one-photon or two-photon processes, in which light in the green spectral range and light in the red spectral range is radiated in. It is known that with the wild type of bacteriorhodopsin and to a greater extent, with some variants of bacteriorhodopsin, two thermally stable states are available. One is the stable initial state  $b_R$  and the other is the stable P or Q state, which can be attained via intermediate states (see



EP0655162B1 and Popp et al., Photochemical Conversion of the O-intermediate to 9-cis Retinal Containing Products in Bacteriorhodopsin Films, *Biophys. J.*, 65 (1993) 1449-1459). In this way, local regions of the bacteriorhodopsin in the substrate can be thermally and permanently initialized. The regions placed in the Q state by the initialization appear to be optically more transparent in the red spectral range when illuminated with light than the other regions remaining in the  $b_R$  state. The light-dark pattern obtained in such a way thus forms a security feature for the information carrier material.

In another development of the inventive idea, provision is made so that the photochromic substance in the information carrier material is located in particles. In this case, each embedding site of a carrier particle can be operated as a localized storage element, whose storage state is represented by the individually assumed absorption state of the photochromic substance concentrated there. The locating in the particles can, for example, take place in that the photochromic material is applied on its surface or enclosed in its volume. Also, the particles themselves can be produced from the photochromic substance/substances, optionally with the adding of suitable auxiliaries.

An advantageous embodiment is to be found in that the photochromic substance is enclosed in particles or hollow bodies, embedded in the substance, wherein the matrix or wall surrounding the substance is sufficiently permeable to the light wavelengths used for the conversion from the first to the second state and the light wavelengths used to distinguish the two states. Here the photochromic substance is protected by inclusion in the hollow bodies. In particular, optimal conditions can be established for the photochromic substance, for example, its moisture content, within the hollow bodies. Moreover, the optical characteristics of the matrix or wall, with regard to the optical processes of the light absorption, can be optimized during the initialization and the light radiation in the reading out and optionally in the deleting of the states, for example, low light scatter and high optical transparency of the matrix material.

An important embodiment is to be found in that the substrate is a paper. This paper can preferably be used for the production of banknotes, checks, and all other valuable documents.

An information carrier produced from the information carrier material in accordance with the invention is characterized, in accordance with the invention, in that the substance converted to the second state is located in at least one site of the information carrier.

The localized conversion of the photochromic substance into the second state can be carried out as an initialization step, either on the information carrier material or on the information carrier produced therefrom. In both cases, the local position of this site/these sites in the information carrier can be comprised in a subsequent optical scanning operation and in this way, the authenticity of the information carrier can be tested.

In an advantageous development, provision is also made so that positional information describing the local position of the site/sites in the information carrier is recorded, in a readable manner, on the information carrier. The recording of this positional information on the information carrier can, for example, take place in the form of printed positional information data or also by storing in a readable electronic storage unit, which is inseparably connected with the information carrier. In testing for authenticity, both the recorded positional information can be read out then and the information determined by the pattern of the sites found in the second state can be scanned and related with one another. A method for the three-dimensional storage of information with the aid of bacteriorhodopsin is given in US 5,559,732. However, in no way is the assumption here that the bacteriorhodopsin is stored in a matrix with only limited light permeability. The entering of three-dimensional information in the information carrier claimed here is not intended.

In the important case of the development of the information carrier as securities, for example, as banknotes, storage in a storage circuit provided in the security, in addition to the printing, is basically known (see DE 196 30 648 A1 and EP 0 905 657 A1).

Apparatuses for testing or writing on an information carrier in accordance with the invention provided within the framework of the invention, are given in Claims 9 to 11.

In the following description, the invention is explained in more detail with reference to an embodiment example of a banknote, depicted in the drawing. The figures show the following:

Figure 1, a topview of a banknote; and

Figure 2, a cross section, vertical to the depiction of Figure 1, with a schematic depiction of the light courses during the testing process.

A banknote 1, depicted in Figure 1, is made of a banknote paper, which was doped during its production with a photochromic substance, bacteriorhodopsin in the depicted embodiment example. The doping, for example, can be carried out in that the bacteriorhodopsin is added to the pulp used for the production of the banknote paper before it is supplied to the screen. In this case, the banknote has an essentially uniform doping density over its entire surface. Alternately, the doping can also take place in such a manner that the pulp spread out on the screen is doped only in places, so that the banknote paper and also the banknote 1 has localized surface regions which can be distributed either uniformly or also irregularly over the total surface. Preferably, the photochromic substance is not introduced directly into the paper mass, but rather with the aid of carrier particles provided with the substance. The latter are preferably shaped as small hollow bodies in which the photochromic substance is enclosed and in this way, is protected against the surrounding paper mass. In general, the doping of the banknote paper and the banknote 1 cannot be discerned with the naked eye.

If the photochromic substance does not have two thermally stable states, but rather returns, without the effect of light, to the initial state, then the presence of the embedded photochromic substance, in a distributed form or in a form bound to particles, can be used as a security feature. With bacteriorhodopsin, the initial state designated as  $b_R$  and the M state, which can be produced by radiating in light in the green or yellow-red spectral range. The transient generation of bacteriorhodopsin in the M state can be detected with blue light, preferably in the range 400-415 nm.

If the photochromic substance has the characteristic that it at least exhibits two thermally long-term stable states, wherein it can be converted from one state to the other by light absorption, then information can also be introduced into the information carrier material. With bacteriorhodopsin, the initial state designated as  $b_R$  and the Q state, which can be obtained by radiating light in the green spectral range and light in the red spectral range, are suitable for this. In these spectral ranges, the paper mass is sufficiently permeable to the radiation. By sending the banknote paper or the banknote 1 through a laser arrangement emitting light rays, it is possible, therefore, to transform localized sites into the Q state. These sites, which cannot be discerned with the naked eye, are indicated in Figures 1 and 2 by borders 2. Whereas the schematic depictions of Figures 1 and 2 show three such sites 2, any arbitrary number of such sites which is  $\geq 1$  can be provided in any local arrangement.

In connection with the initialization of the banknote 1, which takes place by creating sites 2 having the Q state, the local position of these sites 2, that is, their space coordinate values on the banknote 1, is simultaneously detected, and this positional information is recorded on the banknote 1. The latter can, for example, be done in the form of an uncoded or coded imprint 3 on the banknote 1, which, for example, can be read optically. In Figure 1, this imprint, for example, is illustrated by a sequence of decimal numbers.

The sites 2 formed by the initialization can be distinguished optically from the noninitialized remaining surface of the banknote 1. In the case of the bacteriorhodopsin, the Q state present at the sites 2 is distinguished from the  $b_R$  state surrounding the sites 2 in that light of low intensity in the red spectral range, which is absorbed only by the  $b_R$  state but not by the Q state, is radiated. With this reading process, the sites 2 appear to be more light-permeable than their surroundings. The light-dark pattern appearing in this way can be scanned in this manner and the positional information for site 2 can be read therefrom.

In Figure 2, an apparatus suitable for this is indicated schematically and designated with the reference symbol 5. An arrow 6 designates the direction of the light radiated for the writing or the reading. In Figure 2, the green and red light rays needed by bacteriorhodopsin are radiated on the same side of the banknote 1. Alternately, however, provision can be made so that, for example, the green light is radiated flat onto the lower side of the banknote 1 in Figure 2,

wherein the red light comes in on the upper side of the banknote 1, in the form of a bundled scanning ray. The banknote 1 is moved in a scanning movement, transverse to the direction of this scanning ray. Something analogous is true for the blue light for the detection of the M state, if two thermally long-term stable states are not present in the bacteriorhodopsin.

In apparatus 5, the positional information which characterizes the sites 2 is reconstructed from the scanning result. At the same time, apparatus 5 also reads the positional information 3, recorded on the banknote 1. By comparing the reconstructed and the recorded positional information, the authenticity of the banknote 1 is tested.

An apparatus constructed according to the scheme of Figure 2 can also be used for the initialization—that is, for the initial writing on the banknote 1 or for the later writing with additional information with a previous deleting of information recorded earlier. For initialization, light in the green and red spectral ranges is radiated, in the direction of arrow 6, as is required for the conversion of  $b_R$  into the Q state. For the deletion of the Q state, light in the blue spectral range is radiated, in the direction of arrow 6, wherein the Q state returns to the  $b_R$  initial state. The deleted areas can be written on once more.

The reading, writing, and deleting processes, described by way of example in the preceding, make possible, in a very general manner, the testing of the information material for identification and in special embodiments, as a data storage unit also, for the recording of binary-coded information. For this purpose, a prespecified scanning pattern of recording sites, on which the first or second state of the photochromic substance is produced, is correlated with the information carrier material. The two possible states on these recording sites give the two binary values "0" and "1." For security purposes, a code can be formed from the recorded bit pattern, which, for example, is printed, in optically readable form, on the surface of the information carrier or is stored in an electronic circuit embedded therein. In the case of paper, the scanning pattern of the recording sites is two-dimensional, whereas in the case of a spatially extended information carrier, it can be three-dimensional.

#### List of reference symbols

- 1 Banknote
- 2 Sites
- 3 Imprint
- 5 Testing apparatus
- 6 Arrow

#### Claims

1. Nonfalsifiable information carrier material, comprising a substrate and at least one photochromic substance, which can be converted by light radiation from one first state into at least one second state, which can be distinguished spectroscopically from the first state, characterized in that the photochromic substance is embedded in the substrate and the substrate is sufficiently permeable to the light wavelengths which are used for conversion of the first into the second state.

2. Nonfalsifiable information carrier material according to Claim 1, characterized in that at least one second state can be returned, by the effect of light, into the first state, and the substrate is sufficiently permeable for these light wavelengths.

3. Nonfalsifiable information carrier material according to Claim 1, characterized in that the photochromic material is a bistable material.

4. Nonfalsifiable information carrier material according to Claims 1 to 3, characterized in that the photochromic substance is a chromoprotein.

5. Nonfalsifiable information carrier material according to one of Claims 1 to 4, characterized in that the photochromic substance in the information carrier material is located in particles.

6. Nonfalsifiable information carrier material according to one of Claims 1 to 5, characterized in that the substrate is a paper.

7. Information carrier made of a nonfalsifiable information carrier material according to one of Claims 1 to 6, characterized in that the substance converted into the second state is located in at least one site (2) of the information carrier (1).

8. Information carrier according to Claim 7, characterized in that information describing the local position of the site (2) in the information carrier is recorded, in a readable manner, on the information carrier.

9. Apparatus for testing an information carrier according to one of Claims 7 or 8, characterized by a device (5), which emits a scanning light ray (6) with a light wavelength suitable for distinguishing the second state, for the detection of the local position of the sites (2), which exhibit the second state, on the information carrier, and a device (5) which evaluates the positional information corresponding to these sites (2), and optionally, a device (5) which is used to read positional information recorded on the information carrier (1), and a device (5) which is used to compare the detected and the recorded positional information.

10. Apparatus to write on an information carrier according to one of Claims 7 or 8, characterized by device which emits a writing light ray to convert the photochromic substance from a first to a second state and optionally, a device which emits a deleting light ray to convert a second state into the first state.

11. Method to write on an information carrier made of an information material according to one of Claims 1 to 6 with a binary-coded information, characterized in that the two binary values "0" and "1" are recorded in a predetermined scanning pattern by the two states of the photochromic substance.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**